

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-307717

(43)Date of publication of application : 05.11.1999

(51)Int.Cl.

H01L 23/52  
H01L 23/12  
H05K 1/18  
// H01L 23/50

(21)Application number : 10-109749

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 20.04.1998

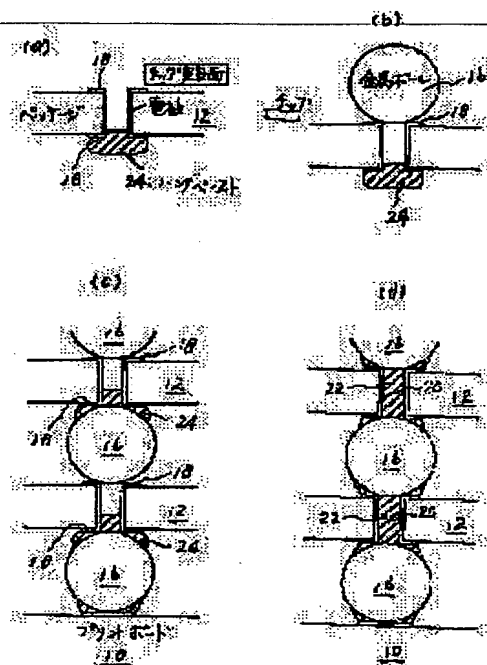
(72)Inventor : AOKI SHIGEMI  
MORIYA YOICHI  
YAMADE YOSHIAKI  
KUBO TOSHIHIKO

## (54) THREE-DIMENSIONAL PACKAGE AND MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a three-dimensional package, which has a high reliability of connections and allows the light-weight and low cost to be realized.

**SOLUTION:** This manufacturing method comprises the steps of feeding a solder paste 24 to surface layer pads on either plane of a package 12 on which electronic components are mounted or a plane having no electronic component, mounting metal balls 16 on the surface layer pads of the package or a solder paste fed on the surface layer pads, and stacking the packages into a multistage, and heat treating to mutually connect the package, provided that the feed volume V of the solder paste on the surface layer pads satisfies  $V \geq (V_t/a) \times 100$ , and is the volume percentage of the solder component in the solder paste and  $V_t$  is hollow volume of hollow via.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3230487

[Date of registration] 14.09.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

---

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

## [Claim(s)]

[Claim 1] In a manufacture method of a three-dimensions package which carried out the laminating of the package through which carried electronic parts and a surface pad has flowed through hollow beer A production process which supplies soldering paste to a surface pad on a field of either a field in which electronic parts of a package were carried, or a field which is not carried, A manufacture method of a three-dimensions package including a production process which installs a metal ball on soldering paste supplied on a surface pad of the above-mentioned package, or a surface pad, a production process which repeats a package prepared by doing in this way, and a production process which heat-treats and connects packages.

[Claim 2] a manufacture method of a three-dimensions package according to claim 1 -- setting -- delivery capacity V of soldering paste to said surface pad top, a % of floor area ratios of a solder component of soldering paste, and hollow capacity Vt of hollow beer A manufacture method of a three-dimensions package characterized by filling  $V \geq x(Vt/a) 100$  in between.

[Claim 3] In a manufacture method of a three-dimensions package which carried out the laminating of the package through which carried electronic parts and a surface pad has flowed through hollow beer A production process which supplies soldering paste to a surface pad on both sides of a package, A production process which installs a metal ball in either a field in which electronic parts of a package were carried, or a field which is not carried, Thus, a manufacture method of a three-dimensions package including a production process which repeats a package with which soldering paste was supplied and a metal ball was installed, and a production process which heat-treats and connects packages.

[Claim 4] A manufacture method of a three-dimensions package characterized by sum total delivery capacity V' of soldering paste to a surface pad top of a pair of said package both sides, and filling  $V' \geq x(Vt/a) 100$  between a % of floor area ratios of a solder component of soldering paste, and hollow capacity Vt of hollow beer in a manufacture method of a three-dimensions package according to claim 3.

[Claim 5] the melting point of at least three metal balls which are not on a straight line among installed metal balls in a manufacture method of a three-dimensions package of claim 1 thru/or either of 4 -- Tb it is -- the melting point Tp of soldering paste A manufacture method of a three-dimensions package of having relation of  $T_p < T < T_b$  between heat treatment temperature T.

[Claim 6] A three-dimensions package characterized by the melting point of at least three metal balls which carry electronic parts, and each package by which the laminating was carried out is connected by metal ball in a three-dimensions package with which the laminating of two or more packages was carried out, and are not on a straight line being higher than the melting point of other metal balls.

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the three-dimensions package which makes the package carrying electronic parts layered product structure in two or more [-fold ], and its manufacture method.

[0002]

[Description of the Prior Art] Even if it is in the former, the three-dimensions package which makes the package carrying electronic parts layered product structure in two or more [fold] is well-known, and many proposals are already made also about the manufacture method.

[0003] For example, one mode of the manufacture method in a three-dimensions package is indicated by JP,4-280695,A. According to the detailed description of this official report, solder is supplied to the location of through hole wiring of a package. At this time, it turns out that solder is supplied only on wiring of a through hole from drawing 12 of this official report. Although the details of the solder supply method are unknown, there is a publication which forms solder by plating as the one mode. Next, Cu ball is arranged on this solder and the package with which solder supply and copper ball arrangement were carried out similarly is piled up. Finally, the package layered product was heated, solder was fused, and substrates are connected.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the problem of connection reliability had arisen by such manufacture method. That is, since solder did not enter all over a through hole, but solder escaped on the package surface and it was made by the big cavity all over a through hole even if only the wiring top of a through hole arranges and carries out a reflow of the ball on it, since solder is supplied, connection reliability was missing inside the through hole. Existence of the cavity in a through hole can be checked also from drawing 14 of JP,4-280695,A, and 15. Moreover, it is clear that the connection reliability inside a through hole is missing also from the through hole in the topmost part package of this drawing not being buried with solder, either.

[0005] It was in charge of on the other hand three-dimensions-izing a package, in addition various problems were also produced. That is, a three-dimensions package requires cost, in order to take complicated structure. It is more advantageous to cost reduction to reduce a production process if possible in the manufacture method. Moreover, cost reduction can do the direction which can perform the same production process by as simple the method as possible also at the same production process.

[0006] Furthermore, in order that a three-dimensions package may repeat a many layers package, the problem of deformation by self-weight also comes out. Since a lot of metal balls are used and the rate of the weight of the metal ball occupied to the whole becomes large, a metal ball needs to especially be lightweight-ized.

[0007] Here, the purpose of this invention is offering the manufacture method which can reduce a manufacturing process and cost, in it, there is no deformation by the self-weight of the package itself, and further is it to offer the lightweight-ized package while it secures the connection reliability inside the through hole of a three-dimensions package here.

[0008]

[Means for Solving the Problem] That an above-mentioned technical problem should be attained, in order that this invention may take a flow of a package table rear face, when hollow beer is prepared and three-dimensions connection structure of such a package is constituted, it performs restoration by solder of hollow beer to coincidence, and offers a manufacture method for aiming at improvement in the reliability of a connection.

[0009] Moreover, it is made for connection structure of a three-dimensions package not to collapse at the time of heat treatment by using a high-melting ball in three points which are not on a straight line at least, and using a solder ball of the low melting point except it, while avoiding a complicated production process in a manufacturing process and enabling it to manufacture a three-dimensions package by simple method from another field. Especially weight concerning a package which forms the lowest layer with a three-dimensions package is quite large compared with a monolayer package, and as the number of laminatings of a problem [such] of a package increases, a practical effect of this invention which becomes serious, therefore can solve it is larger.

[0010] This invention is as follows here.

(1) In a manufacture method of a three-dimensions package which carried out the laminating of the package through which carried electronic parts and a surface pad has flowed through

hollow beer A production process which supplies soldering paste to a surface pad on a field of either a field in which electronic parts of a package were carried, or a field which is not carried, A manufacture method of a three-dimensions package including a production process which installs a metal ball on soldering paste supplied on a surface pad of the above-mentioned package, or a surface pad, a production process which repeats a package prepared by doing in this way, and a production process which heat-treats and connects packages.

[0011] (2) the above (1) a manufacture method of a three-dimensions package a publication -- setting -- the delivery capacity V of soldering paste to said surface pad top, a % of floor area ratios of a solder component of soldering paste, and hollow capacity Vt of hollow beer A manufacture method of a three-dimensions package characterized by filling  $V \geq x(Vt/a) 100$  in between.

[0012] (3) In a manufacture method of a three-dimensions package which carried out the laminating of the package through which carried electronic parts and a surface pad has flowed through hollow beer A production process which supplies soldering paste to a surface pad on both sides of a package, A production process which installs a metal ball in either a field in which electronic parts of a package were carried, or a field which is not carried, Thus, a manufacture method of a three-dimensions package including a production process which repeats a package with which soldering paste was supplied and a metal ball was installed, and a production process which heat-treats and connects packages.

[0013] (4) Above (3) A manufacture method of a three-dimensions package characterized by sum total delivery capacity V' of soldering paste to a surface pad top of a pair of said package both sides, and filling  $V' \geq x(Vt/a) 100$  between a % of floor area ratios of a solder component of soldering paste, and the hollow capacity Vt of hollow beer in a manufacture method of a three-dimensions package a publication.

[0014] (5) the above (1) Or (4) the melting point of at least three metal balls which are not on a straight line among installed metal balls in a manufacture method of one of three-dimensions packages -- Tb it is -- the melting point Tp of soldering paste A manufacture method of a three-dimensions package of having relation of  $T_p < T < T_b$  between the heat treatment temperature T.

[0015] (6) A three-dimensions package characterized by the melting point of at least three metal balls which carry electronic parts, and each package by which the laminating was carried out is connected by metal ball in a three-dimensions package with which the laminating of two or more packages was carried out, and are not on a straight line being higher than the melting point of other metal balls.

[0016]

[Embodiment of the Invention] Next, the three-dimensions package by this invention is explained. drawing 1 (a) (b) the three-dimensions package concerning this invention -- respectively -- typical explanatory drawing -- and it is expansion explanatory drawing a part. drawing 1 (a) Each package 12 (the example of illustration four steps) by which the laminating was carried out on the printed circuit board 10 so that it might be shown \*\*\*\* -- electronic parts respectively like a semiconductor chip 14 carry -- having -- \*\*\*\* -- the metal ball 16 -- mutual -- alienation -- it is installed and the three-dimensions package is constituted. The connection structure of each package is drawing 1 (b). The metal ball 16 is connected to the electrode pad 18 prepared in the upper surface of a package 12 through the solder layer 20 so that it may be shown. Hollow beer 22 is formed in the package 12, and the solder layer 20 fills up with the illustration gestalt.

[0017] The production method of a three-dimensions package of having such structure is drawing 2 (a). Or (d) It is explained by partial \*\* type explanatory drawing of each shown production process. In addition, drawing 2 is shown that the same part as drawing 1 and a member are also for the same sign.

[0018] The first production process: Drawing 2 (a) Soldering paste 24 is supplied so that it may be shown, the surface pad 18, i.e., the electrode pad, of each package 12 which constitutes a three-dimensions package. At this time, supply of soldering paste 24 is a field where the

semiconductor chip of a package 12 is mounted. (chip component side) Field which is not mounted (chip non-component side) Any are sufficient. (in drawing 2 (a), soldering paste is supplied to a chip non-component side) . If it is in the example of modification, you may supply on the surface pad of both sides of a chip component side and a chip non-component side. However, when supplying soldering paste to a chip non-component side, it is not interfered by the semiconductor chip but soldering paste can be supplied by simple actuation. Since soldering paste can be supplied using the screen printing which used the metal mask, as for soldering paste, it is desirable to supply a chip non-component side. If soldering paste has the melting point fused by heat treatment performed after that, it will not ask the class. Usually, Pb-Sn system soldering paste is used.

[0019] The second production process: Subsequently it is drawing 2 (b). The metal ball 16 is arranged on the surface pad 18 of the field which mounted electronic parts so that it may be shown. Especially the class of metal ball is not asked. In order to make it the package itself not crushed by the heat treatment process performed behind with a self-weight, the metal ball which has the melting point higher than heat treatment temperature is desirable. For example, Cu ball is desirable. However, Cu is noble metals, and when using Pb-Sn system solder for soldering paste, Pb content is higher than it, since it is expensive. (it has the high melting point) It is enough if the metal ball of a Pb-Sn system is used. What is necessary is just to choose the metal ball 16 from the melting point of the material of soldering paste, and the relation of heat treatment temperature suitably. Namely, what is necessary is just to choose the material of a metal ball so that it may have the relation of  $T_p \leq T < T_b$  when the melting point of  $T_b$  and soldering paste is set to  $T_p$  and heat treatment temperature is set to  $T$  for the melting point of a metal ball.

[0020] Moreover, the metal ball 16 may be arranged to the package down side. Furthermore, it is also possible to form the metal ball 16 in package both sides.

[0021] The third production process: After doing in this way and preparing each package 12, it is drawing 2 (c). Alignment of those packages 12 is carried out, and a laminating is carried out one by one on a printed board 10 so that it may be shown. In the case of the example of illustration, soldering paste is not supplied to the surface pad 18 of the side which installed the metal ball 16, but since the soldering paste 24 of sufficient amount for the upper surface pad 18 is supplied, also in case it is a laminating, the positioning is easy and also demonstrates the effect of a temporary stop.

[0022] Thus, although there is especially no limit about the number of the packages which carry out a laminating, since a metal ball supports the package by which the laminating was carried out on it, it is the number which presents weight until a metal ball can bear.

[0023] The fourth production process: The package assembly which carried out the laminating must constitute the layered product unified with soldering, therefore performs reflow processing. If it heat-treats at the temperature with which relational expression as shown at the second production process is filled, only soldering paste 24 will dissolve. At this time, around the solder ball 16, solder 20 is attracted in hollow beer 22, and that interior is filled up with a kind of capillarity.

[0024] When the amount of soldering paste has the following relation at this time, sufficient quantity of solder is supplied in hollow beer 22. Namely, the delivery capacity  $V$  of the soldering paste 24 to the surface pad 18 top, a % of floor area ratios of the solder component of soldering paste 24, and hollow capacity  $V_t$  of hollow beer 22 It is made to fill  $V \geq x(V_t/a)$  100 in between. By doing in this way, the centrum of hollow beer 22 is buried completely and a three-dimensions package with high connection reliability is obtained.

[0025] Drawing 3 (a) (b) Another mode of this invention is shown. Although it explained, and \*\* is the thing of the same material and has so far performed all metal balls by the method, such limitation may not be carried out especially. Since it becomes important that a three-dimensions package is not crushed by the own self-weight of a package in fact, Drawing 3 (a) (b) Make each package 12 estrange and hold it so that it may be shown. Metal ball 16 (high-melting ball) which has the melting point higher than heat treatment temperature It prepares between [ at least three ] each package 12. Between the surface pad 18 of the other

one package 12, and the surface pad 18 of the package 12 which counters it, dissolve by heat treatment. That is, metal ball which has the melting point lower than heat treatment temperature (low melting point metal ball) It is enough, if it arranges and a three-dimensions package is produced.

[0026] Such a high-melting ball is arranged so that it may not stand in a line on at least three pieces and the same straight line. general -- this refractory metal ball -- the four-corners section of a package -- 1 -- \*\* \*\* \*\*\*\*\* -- things -- being stabilized -- alienation of each package -- installation is realized. especially -- a refractory metal ball -- general -- material large [ specific gravity ] and expensive s (for example, Cu, Pb-Sn with high Pb content, etc.) it is -- since there are many cases, it is advantageous also from a viewpoint of lightweight-izing of the package itself, and low-cost-izing to use together with a low melting point metal ball. Furthermore, if lightweight-ization of the package itself can be attained, the laminating of the package of more numbers will also become possible.

[0027] Drawing 4 (a) - (d) It is informality explanatory drawing of the manufacturing process of the package layered product of drawing 3. If it is in this mode, it is drawing 4 (a). Soldering paste 24 is supplied by print processes on the surface pad 18 prepared in the surface of a package 12 so that it may be shown. Here, either the field in which electronic parts are carried or the field which is not carried and double-sided any are sufficient as supply of the soldering paste 24 to the surface pad 18 top. however, drawing 4 (a) (b) \*\*\*\* -- the surface pad 24 of one side -- being shown -- drawing 4 (c) (d) \*\*\*\* -- the example which supplied soldering paste 24 is shown in the double-sided surface pad 18.

[0028] The metal ball 16 is arranged on each surface pad 18 with which soldering paste 24 was formed. Drawing 4 (b) Reference. At least three metal balls 16 which are not on a straight line among the metal ball consist of metals of the melting point higher than the melting point of the other metal balls 30. As for the metal ball 30, it is desirable that they are soldering paste and this presentation. Moreover, as for the metal ball 30 with the high melting point, it is desirable to arrange in the four corners of each package, respectively.

[0029] Thus, drawing 4 after the metal balls 16 and 30 have been arranged (c) The laminating of the package 12 is carried out to multistage, positioning so that it may be shown. however, drawing 4 (c) \*\*\*\* -- only two steps of laminating portions are shown. Although the configuration as a layered product can be held since eye tacking has done each metal balls 16 and 30 by soldering paste 24 at this time, a fixture may be used suitably as occasion demands.

[0030] Next, drawing 4 (c) The shown laminating assembly 32 is a reflow furnace. (heat treating furnace; not shown) It is inserted in, and it is a temperature lower than the melting point of the metal ball 16, and is a temperature higher than the melting point of soldering paste and the metal ball 30, and heat treatment is carried out. The three-dimension package 34 obtained by this is drawing 4 (d). Cementation structures other than high-melting metal ball 16 consist of bridges by the fused solder 20 so that it may be shown. In order not to fuse the metal ball 16, a predetermined gap is secured between each package 12. In addition, it can be adapted also about the package which does not have especially hollow beer as it is this case. Next, an example explains the operation effect for this invention still more concretely.

[0031]

[Example] In the example of a [example 1] book, the three-dimensions package was manufactured according to the method shown in drawing 2 by following production process \*\* thru/or \*\* equivalent to the first above-mentioned production process thru/or the fourth above-mentioned production process.

[0032] Production-process \*\*: It is Pb-63mass%Sn soldering paste by the screen printing which used the metal mask for the surface pad of the field where the electronic parts of the package which has hollow beer and has a surface pad for external connection in right above [ beer ] do not exist. (melting point: 183 \*\*) It supplied.

[0033] production process \*\*: -- the four surface pad top of a corner among the surface pads of the field which mounted electronic parts -- Pb-10mass%Sn (liquidus line: 268 \*\*) from -- the becoming metal ball -- installing -- other surface pad top -- Pb-63mass%Sn (melting point: 183 degrees C) from -- the becoming metal ball was installed.

[0034] Production-process \*\*: Alignment of the package was carried out and it put on four steps.

Production-process \*\*: A reflow was carried out by maximum-temperature 230 \*\*, and only the metal ball which consists of soldering paste and Pb-63mass%Sn was fused.

[0035] Thus, the distance during the package of each stage is fixed, solder is fully filled up also into hollow beer with the manufactured three-dimensions package, and stable cementation was realized.

[0036] Each was the same as the example 1 except having used as Cu ball the metal ball installed on four surface pads of a corner by production process \*\* in an example 1 by the example of a [example 2] book. The almost same result as an example 1 was obtained.

[0037] In the example of a [example 3] book, the three-dimensions package was manufactured according to the method shown in drawing 4 by following production process \*\* equivalent to the first above-mentioned production process thru/or the fourth above-mentioned production process - \*\*.

[0038] Production-process \*\*: It is Pb-63mass%Sn soldering paste with a dispenser to the surface pad of package both sides which mounted electronic parts. (melting point: 183 \*\*) It supplied.

[0039] production process \*\*: -- the four surface pad top of a corner among the surface pads which supplied the soldering paste of a field which mounted electronic parts -- Pb-10mass%Sn (liquidus line: 268 \*\*) from -- the becoming metal ball -- installing -- other surface pad top -- Pb-63mass%Sn (melting point: 183 \*\*) from -- the becoming metal ball was installed.

[0040] Production-process \*\*: Alignment of the package was carried out and it put on four steps.

Production-process \*\*: A reflow was carried out by maximum-temperature 230 \*\*, and only the metal ball which consists of soldering paste and Pb-63mass%Sn was fused.

[0041] Thus, with the manufactured three-dimensions package, strong cementation structure was acquired and the dimensional change was not seen.

[0042] Each was the same as the example 3 except having used as Cu ball the metal ball installed on four surface pads of a corner by production process \*\* of an example 3 in the example of a [example 4] book. The same result as the case of an example 3 was obtained also by this example.

[0043]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the following outstanding effects are mainly acquired and the practical meaning is large.

[0044] \*\* Since hollow beer is buried by soldering paste in order to heat-treat using the package which has hollow beer, in case a three-dimensions package is manufactured, improvement in the reliability of a connection can be aimed at.

[0045] \*\* at least three metal balls which are not on a straight line -- metal of the melting point higher than the melting point of other metal balls (high-melting ball) from -- if constituted, a three-dimensions package will not be crushed by the own self-weight of a package

[0046] \*\* Into the portion except the high-melting ball having been arranged, specific gravity is small, and since a cheap material can be used, lightweight-izing of the package itself and low cost-ization can be attained.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] Drawing 1 (a) Typical explanatory drawing of the three-dimensions package in the 1st mode of this invention, and drawing 1 (b) They are some of the expansion explanatory drawings.

[Drawing 2] Drawing 2 (a) Or (d) It is typical explanatory drawing of the manufacturing process of the three-dimensions package of the 1st mode concerning this invention.

[Drawing 3] Drawing 3 (a) Typical explanatory drawing of the three-dimensions package in the 2nd mode of this invention, and drawing 3 (b) They are some of the expansion explanatory drawings.

[Drawing 4] Drawing 4 (a) Or (d) It is typical explanatory drawing of the manufacturing



process of the three-dimensions package of the 2nd mode concerning this invention.

---

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-307717

(43) 公開日 平成11年(1999)11月5日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 23/52

H 0 1 L 23/52

C

23/12

H 0 5 K 1/18

S

H 0 5 K 1/18

H 0 1 L 23/50

W

// H 0 1 L 23/50

23/12

L

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-109749

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(22) 出願日 平成10年(1998)4月20日

(72) 発明者 青木 繁美

大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 守屋 要一

大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 山出 善章

大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住友金属工業株式会社内

(74) 代理人 井理士 広瀬 章一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元パッケージおよびその製造方法

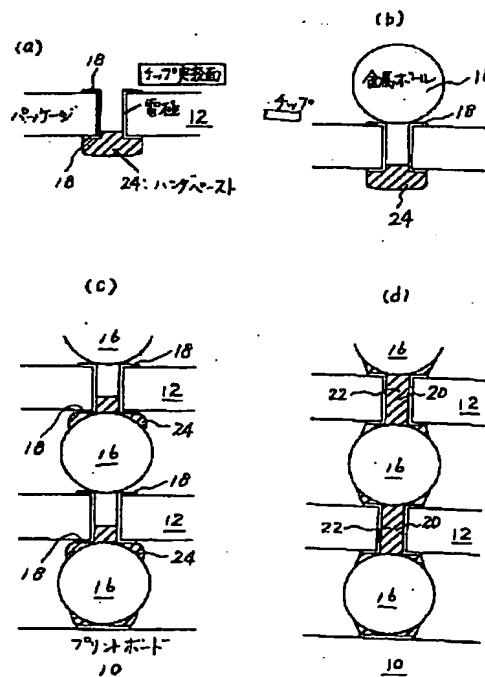
(57) 【要約】

【課題】 接続部の信頼性が高く、軽量化と低コスト化を実現できる三次元パッケージを開発する。

【解決手段】 パッケージの電子部品の搭載された面または搭載されていない面どちらか一方の面上にある表層パッドにはんだペーストを供給する工程、上記パッケージの表層パッド上または表層パッド上に供給されたはんだペースト上に金属ボールを設置する工程、パッケージを多段に重ねる工程、そして熱処理し、パッケージ同士を接続する工程から構成する。なお、このときの表層パッド上へのはんだペーストの供給容量Vは、はんだペーストのはんだ成分の容積率a%、中空ビアの中空容量V<sub>t</sub>としてとき、

$$V \geq (V_t/a) \times 100$$

を満たすようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子部品を搭載し、表層パッドが中空ビアを通して導通されているパッケージを積層した三次元パッケージの製造方法において、

パッケージの電子部品の搭載された面または搭載されていない面のどちらか一方の面上にある表層パッドにはんだペーストを供給する工程、  
上記パッケージの表層パッド上または表層パッド上に供給されたはんだペースト上に金属ボールを設置する工程、

このようにして用意されたパッケージを重ねる工程、そして熱処理し、パッケージ同士を接続する工程を含む三次元パッケージの製造方法。

【請求項2】 請求項1に記載の三次元パッケージの製造方法において、

前記表層パッド上へのはんだペーストの供給容量 $V$ 、はんだペーストのはんだ成分の容積率 $a\%$ 、中空ビアの中空容量 $V_t$ の間に、

$$V \geq (V_t/a) \times 100$$

を満たすことを特徴とする三次元パッケージの製造方法。

【請求項3】 電子部品を搭載し、表層パッドが中空ビアを通して導通されているパッケージを積層した三次元パッケージの製造方法において、

パッケージの両面上にある表層パッドにはんだペーストを供給する工程、

パッケージの電子部品の搭載された面または搭載されていない面のどちらか一方に金属ボールを設置する工程、  
このようにしてはんだペーストを供給され、金属ボールの設置されたパッケージを重ねる工程、そして熱処理し、パッケージ同士を接続する工程を含む三次元パッケージの製造方法。

【請求項4】 請求項3に記載の三次元パッケージの製造方法において、

前記パッケージ両面の一対の表層パッド上へのはんだペーストの合計供給容量 $V'$ 、はんだペーストのはんだ成分の容積率 $a\%$ 、中空ビアの中空容量 $V_t$ の間に、

$$V' \geq (V_t/a) \times 100$$

を満たすことを特徴とする三次元パッケージの製造方法。

【請求項5】 請求項1ないし4のいずれかの三次元パッケージの製造方法において、

設置した金属ボールのうち、一直線上にない少なくとも3ヶ所の金属ボールの融点が $T_b$ であり、はんだペーストの融点 $T_p$ と熱処理温度 $T$ の間に

$$T_p < T < T_b$$

の関係を有する三次元パッケージの製造方法。

【請求項6】 電子部品を搭載し、複数のパッケージが積層された三次元パッケージにおいて、

積層された各パッケージが、金属ボールにより接続さ

れ、一直線上にない少なくとも3ヶ所の金属ボールの融点が他の金属ボールの融点より高いことを特徴とする三次元パッケージ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電子部品を搭載するパッケージを複数重ね、積層体構造とする三次元パッケージとその製造方法に関する。

## 【0002】

10 【従来の技術】 従来にあっても、電子部品を搭載するパッケージを複数重ね、積層体構造とする三次元パッケージは公知であり、その製造方法についても多くの提案がすでにされている。

【0003】 例えば、三次元パッケージにおける製造方法の一態様は、特開平4-280695号公報に開示されている。同公報の発明の詳細な説明によると、パッケージのスルーホール配線の位置にはんだを供給する。このと

き、同公報の図12からスルーホールの配線上にのみはんだが供給されているのがわかる。はんだ供給方法の詳細は不明であるが、その一態様としてはんだをメッキで形成する記載がある。次にこのはんだ上にCuボールが配置され、同様にはんだ供給および銅ボール配置がされたパッケージを重ね合わせる。最後に、パッケージ積層体を加熱し、はんだを溶融して、基板同士を接続している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような製造方法では接続信頼性の問題が生じていた。すなわち、スルーホールの配線上のみはんだが供給されるため、ボールをその上に配置してリフローしても、スルーホール中にはんだが入り込まず、パッケージ表面上にはんだが逃げてしまい、スルーホール中に大きな空洞ができるため、スルーホール内部で接続信頼性に欠けていた。スルーホール中の空洞の存在は特開平4-280695号公報の図14、15からも確認できる。また、同図の最上部パッケージにおけるスルーホールが、はんだで埋まっていないことからスルーホール内部での接続信頼性が欠けていることは明らかである。

【0005】 一方、パッケージを三次元化するにあたり、その他さまざまな問題も生じていた。すなわち、三次元パッケージは複雑な構造をとるためにコストがかかる。製造方法において、なるべく工程を減らした方が、コスト削減には有利である。また、同じ工程でもなるべく簡便な方法で同じ工程を行える方がコスト削減ができる。

【0006】 さらに、三次元パッケージは何層もパッケージを積み重ねるために自重による変形の問題も出てくる。大量の金属ボールを使用するので、全体に占める金属ボールの重さの割合が大きくなるため、特に金属ボールの軽量化が必要である。

【0007】 ここに、本発明の目的は、三次元パッケー

ジのスルーホール内部での接続信頼性を確保すると共に、製造工程、コストを削減することが可能な製造方法を提供することであって、さらに、パッケージ自体の自重による変形がなく軽量化されたパッケージを提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述の課題を達成すべく、パッケージ表裏面の導通をとるため、中空ビアを設け、そのようなパッケージの三次元接続構造を構成するときに、同時に中空ビアのはんだによる充填を行行い、接続部の信頼性の向上を図るための製造方法を提

供するものである。  
【0009】また、別の面からは製造工程において、複雑な工程をさけ簡便な方法で三次元パッケージの製造が行えるようにすると共に、少なくとも一直線上にない3点において高融点ボールを使用し、それ以外は低融点のはんだボールを使用することで、熱処理時に三次元パッケージの接続構造が崩壊しないようにするものである。特に、三次元パッケージでは最下層を形成するパッケージにかかる重量は単層パッケージに比べてかなり大きいものであって、そのような問題は、パッケージの積層数が多くなればなる程、深刻となり、したがって、それを解決できる本発明の実用上の効果は大きい。

【0010】ここに、本発明は、次の通りである。

(1) 電子部品を搭載し、表層パッドが中空ビアを通して導通されているパッケージを積層した三次元パッケージの製造方法において、パッケージの電子部品の搭載された面または搭載されていない面のどちらか一方の面上にある表層パッドにはんだペーストを供給する工程、上記パッケージの表層パッド上または表層パッド上に供給されたはんだペースト上に金属ボールを設置する工程、このようにして用意されたパッケージを重ねる工程、そして熱処理し、パッケージ同士を接続する工程を含む三次元パッケージの製造方法。

【0011】(2) 上記(1)に記載の三次元パッケージの製造方法において、前記表層パッド上へのはんだペーストの供給容量V、はんだペーストのはんだ成分の容積率a%、中空ビアの中空容量Vtの間に、 $V \geq (Vt/a) \times 100$

を満たすことを特徴とする三次元パッケージの製造方法。

【0012】(3) 電子部品を搭載し、表層パッドが中空ビアを通して導通されているパッケージを積層した三次元パッケージの製造方法において、パッケージの両面上にある表層パッドにはんだペーストを供給する工程、パッケージの電子部品の搭載された面または搭載されていない面のどちらか一方に金属ボールを設置する工程、このようにしてはんだペーストを供給され、金属ボールの設置されたパッケージを重ねる工程、そして熱処理し、パッケージ同士を接続する工程を含む三次元パッケージ

の製造方法。

【0013】(4) 上記(3)に記載の三次元パッケージの製造方法において、前記パッケージ両面の一対の表層パッド上へのはんだペーストの合計供給容量V'、はんだペーストのはんだ成分の容積率a%、中空ビアの中空容量Vtの間に、 $V' \geq (Vt/a) \times 100$

を満たすことを特徴とする三次元パッケージの製造方法。

【0014】(5) 上記(1)ないし(4)のいずれかの三次元パッケージの製造方法において、設置した金属ボールのうち、一直線上にない少なくとも3ヶ所の金属ボールの融点がTbであり、はんだペーストの融点Tpと熱処理温度Tの間に

$$T_p < T < T_b$$

の関係を有する三次元パッケージの製造方法。

【0015】(6) 電子部品を搭載し、複数のパッケージが積層された三次元パッケージにおいて、積層された各パッケージが、金属ボールにより接続され、一直線上にない少なくとも3ヶ所の金属ボールの融点が他の金属ボールの融点より高いことを特徴とする三次元パッケージ。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】次に、本発明による三次元パッケージについて説明する。図1(a)、(b)は、本発明にかかる三次元パッケージの、それぞれ模式的説明図および一部拡大説明図である。図1(a)に示すように、プリント基板10上に積層された各パッケージ12(図示例では4段)にはそれぞれ半導体チップ14のような電子部品が搭載されており、金属ボール16によって互いに離間設置されて三次元パッケージを構成している。各パッケージの接続構造は、図1(b)に示すように、パッケージ12の上面に設けられた電極パッド18にはんだ層20を介して金属ボール16が接続されている。パッケージ12には中空ビア22が設けられており、図示形態では、はんだ層20によって充填されている。

【0017】このような構造を有する三次元パッケージの作製方法は図2(a)ないし(d)に示す各工程の部分的模式説明図によって説明される。なお図2において、図1と同一部位、部材は同一符号でもって示す。

【0018】第一工程:図2(a)に示すように、三次元パッケージを構成する各パッケージ12の表層パッド、つまり電極パッド18にはんだペースト24を供給する。このとき、はんだペースト24の供給はパッケージ12の半導体チップが実装されている面(チップ実装面)、実装されていない面(チップ非実装面)いずれでも構わない(図2(a)ではチップ非実装面にはんだペーストを供給)。変更例にあつてはチップ実装面およびチップ非実装面の両面の表層パッド上に供給しても構わない。しかし、チップ非実装面にはんだペーストを供給する場合、半導体

チップに邪魔されず、簡便な操作ではんだペーストを供給できる。はんだペーストはメタルマスクを用いたスクリーン印刷法を用いて供給することができるので、はんだペーストはチップ非実装面に供給することが好ましい。はんだペーストはその後に行う熱処理によって溶融する融点を有するものであればその種類を問わない。通常はPb-Sn系はんだペーストを用いる。

【0019】第二工程:次いで、図2(b)に示すように、電子部品を実装した面の表層パッド18上に、金属ボール16を配置する。金属ボールの種類は特に問わない。10 後に行う熱処理工程でパッケージ自体が自重でつぶれないようにするために、熱処理温度より高い融点を有する金属ボールが好ましい。例えば、Cuボールが好ましい。しかし、Cuは貴金属であり、高価なため、はんだペーストにPb-Sn系はんだを用いる場合は、それよりもPb含有率が高い(高い融点を有する)Pb-Sn系の金属ボールを用いれば十分である。金属ボール16ははんだペーストの材料の融点と熱処理温度の関係から、適当に選択すればよい。すなわち、金属ボールの融点を $T_b$ 、はんだペーストの融点を $T_p$ 、熱処理温度を $T$ とした場合、 $T_p \leq T < T_b$  20 の関係を有するように金属ボールの材料を選択すればよい。

【0020】また、金属ボール16はパッケージ下側に配置してもよい。さらに、金属ボール16をパッケージ両面に設けることも可能である。

【0021】第三工程:このようにして各パッケージ12を用意してから、図2(c)に示すように、それらのパッケージ12を位置合わせしてプリントボード10上に順次積層する。図示例の場合、金属ボール16を設置した側の表層パッド18にははんだペーストは供給されていないが、上側の表層パッド18には十分な量のはんだペースト24が供給されているため、積層の際にもその位置決めは容易で、仮留めの効果も発揮する。

【0022】このように積層するパッケージの数について特に制限はないが、金属ボールがその上に積層されたパッケージを支持することから、金属ボールが耐え得るまでの重量を呈する数である。

【0023】第四工程:積層したパッケージ組立は、はんだ付けによって一体化した積層体を構成しなければならず、そのためにリフロー処理を行う。第二工程で示したような関係式を満たす温度で熱処理をすると、はんだペースト24のみが溶解する。このとき、一種の毛細管現象で、はんだボール16の周囲にははんだ20は中空ビア22内に吸引され、その内部を充填する。

【0024】このとき、はんだペーストの量が次のような関係を有するとき、十分な量のはんだが中空ビア22内に供給される。すなわち、表層パッド18上へのはんだペースト24の供給容量 $V$ 、はんだペースト24のはんだ成分の容積率 $a\%$ 、中空ビア22の中空容量 $V_t$ の間に、 $V \geq (V_t/a) \times 100$

を満たすようにする。このようにすることによって、中空ビア22の中空部が完全に埋まり、接続信頼性の高い三次元パッケージが得られる。

【0025】図3(a)、(b)は、本発明の別の態様を示すものである。これまで説明してきた方法では金属ボールを全て同じ材料のもので行ってきたが、特にそのような限定をするものではなくてもよい。実際には、パッケージ自身の自重により三次元パッケージが押しつぶされないことが重要となるため、図3(a)、(b)に示すように各パッケージ12を離間させて保持する、熱処理温度よりも高い融点を有する金属ボール16(高融点ボール)は各パッケージ12の間に少なくとも3個設け、それ以外の一つのパッケージ12の表層パッド18とそれに対向するパッケージ12の表層パッド18との間には熱処理によって融解する、つまり熱処理温度より低い融点を有する金属ボール(低融点金属ボール)を配置し、三次元パッケージを作製すれば十分である。

【0026】このような高融点ボールは少なくとも3個、同一直線上に並ばないように配置させる。一般的には、かかる高融点金属ボールをパッケージの四隅部に一つずつ設けることで安定して各パッケージの離間設置を実現する。特に、高融点金属ボールは一般に比重が大きく、高価な材料(例えば、Cu、Pb含有量の高いPb-Snなど)である場合が多いので、低融点金属ボールと併用することはパッケージ自体の軽量化、低コスト化の観点からも有利である。さらには、パッケージ自体の軽量化が図れば、より多くの数のパッケージの積層も可能になる。

【0027】図4(a)~(d)は、図3のパッケージ積層体の製造工程の略式説明図である。この態様にあつては、図4(a)に示すように、パッケージ12の表面に設けた表層パッド18上にはんだペースト24を例えば印刷法によって供給する。ここで、表層パッド18上へのはんだペースト24の供給は電子部品が搭載されている面または搭載されていない面のどちらか一方、あるいは両面のいずれでもよい。ただし、図4(a)、(b)では片面の表層パッド24のみを示し、図4(c)、(d)では両面の表層パッド18にはんだペースト24を供給した例を示す。

【0028】はんだペースト24が設けられた各表層パッド18上には金属ボール16が配置される。図4(b)参照。その金属ボールのうち、一直線上にない少なくとも3個の金属ボール16はその他の金属ボール30の融点よりも高い融点の金属から構成される。金属ボール30ははんだペーストと同組成であることが好ましい。また、融点の高い金属ボール30は、各パッケージの四隅にそれぞれ配置することが好ましい。

【0029】このように金属ボール16、30が配置された後、図4(c)に示すように、位置決めをしながら多段にパッケージ12が積層される。ただし図4(c)では2段の積層部分だけを示す。このとき、各金属ボール16、30は

はんだペースト24によって仮止めができていますので、積層体としての形状を保持できるが、必要により適宜治具を用いてもよい。

【0030】次に、図4(c)に示す、積層組立体32は、リフロー炉（熱処理炉；図示せず）に装入され、金属ボール16の融点より低い温度であって、はんだペーストおよび金属ボール30の融点より高い温度で、熱処理がされる。これによって得られた3次元パッケージ34は、図4(d)に示すように、高融点の金属ボール16以外の接合構造が、熔融したはんだ20によるブリッジから構成される。金属ボール16は熔融しないため、所定の間隔が各パッケージ12の間に確保されるのである。なお、この場合であると、特に中空ビアを有しないパッケージについても適応可能である。次に、本発明を実施例によってさらに具体的にその作用効果を説明する。

#### 【0031】

【実施例1】本例では、図2に示す方法にしたがって、前述の第一工程ないし第四工程に相当する下記工程①ないし④によって三次元パッケージを製作した。

【0032】工程①：中空ビアを有し、ビア直上に外部接続用表層パッドのあるパッケージの電子部品が存在しない面の表層パッドに、メタルマスクを用いたスクリーン印刷法によりPb-63mass%Snはんだペースト（融点：183℃）を供給した。

【0033】工程②：電子部品を実装した面の表層パッドのうち、4つのコーナの表層パッド上にPb-10mass%Sn（液相線：268℃）からなる金属ボールを設置し、他の表層パッド上にはPb-63mass%Sn（融点：183℃）からなる金属ボールを設置した。

【0034】工程③：パッケージを位置合わせして4段に重ねた。

工程④：最高温度230℃でリフローし、はんだペーストおよびPb-63mass%Snからなる金属ボールのみを熔融した。

【0035】このようにして製作した三次元パッケージでは、各段のパッケージ間の距離は一定で、中空ビアにもはんだが十分に充填されており、安定した接合が実現された。

【0036】【実施例2】本例では実施例1における工程②で、4つのコーナの表層パッド上に設置する金属ボールをCuボールとした以外は、いずれも実施例1と同じであった。実施例1とほぼ同様の結果が得られた。

【0037】【実施例3】本例では、図4に示す方法にしたがって、前述の第一工程ないし第四工程に相当する下記工程①～④によって三次元パッケージを製作した。

【0038】工程①：電子部品を実装したパッケージ両面の表層パッドに、ディスペンサーでPb-63mass%Snはんだペースト（融点：183℃）を供給した。

【0039】工程②：電子部品を実装した面のはんだペーストを供給した表層パッドのうち、4つのコーナの表層パッド上にPb-10mass%Sn（液相線：268℃）からなる金属ボールを設置し、他の表層パッド上にはPb-63mass%Sn（融点：183℃）からなる金属ボールを設置した。

【0040】工程③：パッケージを位置合わせして4段に重ねた。

工程④：最高温度230℃でリフローし、はんだペーストおよびPb-63mass%Snからなる金属ボールのみを熔融した。

【0041】このようにして製作した三次元パッケージでは、堅固な接合構造が得られ、寸法変化は見られなかった。

【0042】【実施例4】本例では、実施例3の工程②で、4つのコーナの表層パッド上に設置する金属ボールをCuボールとした以外は、いずれも実施例3と同じであった。本例でも実施例3の場合と同様の結果が得られた。

#### 【0043】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、主として次のような優れた効果が得られ、その実用上の意義は大きい。

【0044】①三次元パッケージを製造する際、中空ビアを有するパッケージを用い、熱処理を行うため、はんだペーストにより中空ビアが埋まるために、接続部の信頼性の向上が図れる。

【0045】②一直線上にない少なくとも3個の金属ボールをその他の金属ボールの融点よりも高い融点の金属（高融点ボール）から構成すれば、パッケージ自身の自重により三次元パッケージが押しつぶされることがない。

【0046】③高融点ボールが配置された以外の部分には比重が小さく、安価な材料が使用できるので、パッケージ自体の軽量化、低コスト化が図れる。

#### 【図面の簡単な説明】

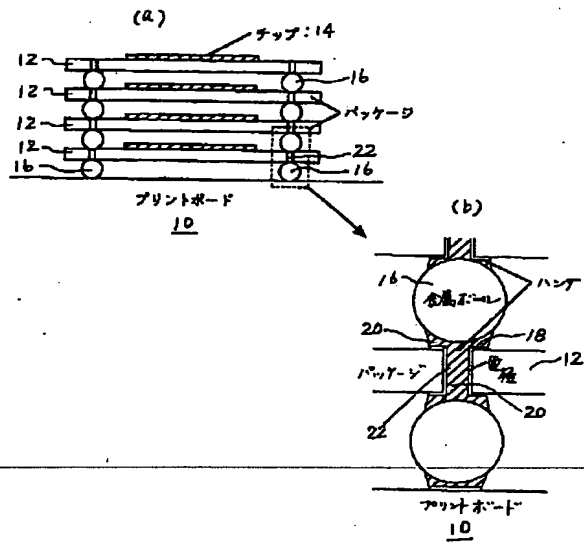
【図1】図1(a)は、本発明の第1の態様における三次元パッケージの模式的説明図、図1(b)は、その一部の拡大説明図である。

【図2】図2(a)ないし(d)は、本発明にかかる第1の態様の三次元パッケージの製造工程の模式的説明図である。

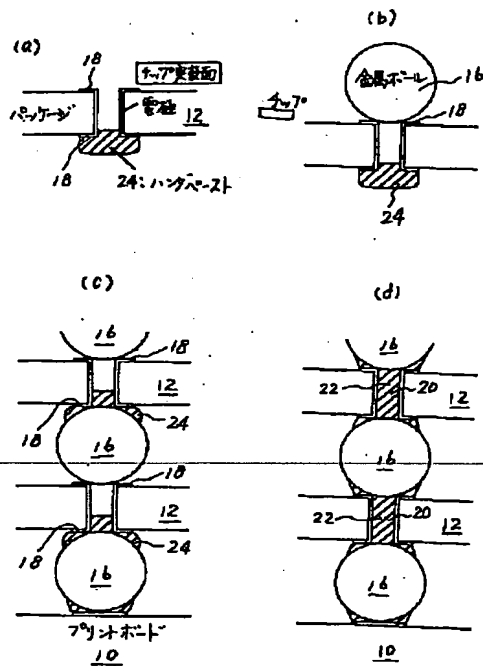
【図3】図3(a)は、本発明の第2の態様における三次元パッケージの模式的説明図、図3(b)は、その一部の拡大説明図である。

【図4】図4(a)ないし(d)は、本発明にかかる第2の態様の三次元パッケージの製造工程の模式的説明図である。

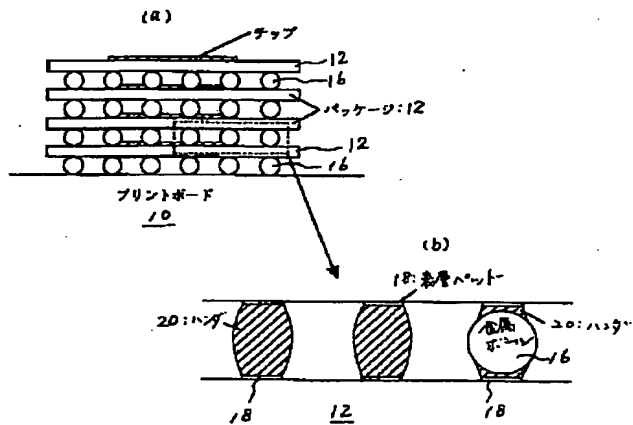
【図1】



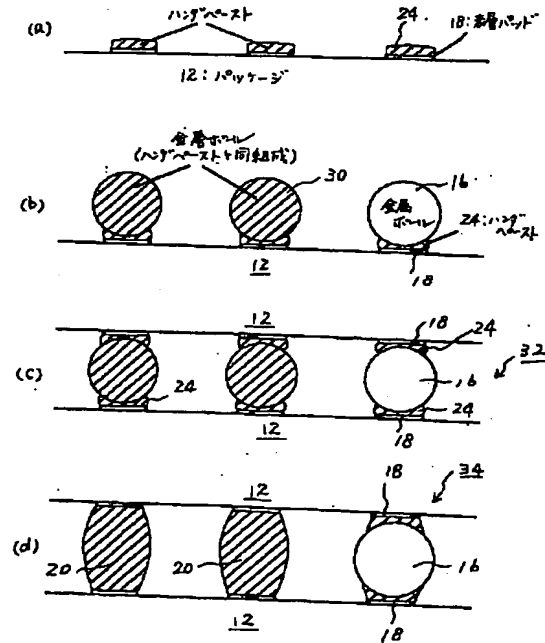
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 久保 敏彦

大阪市中央区北浜 4 丁目 5 番 33 号 住友金

属工業株式会社内

---



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**